

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вицке Р.Э., Яхин А.А.

Научный руководитель: Кондратюк А.А., доцент, к.т.н.

Национально исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 364050

E-mail: alexkon@tpu.ru

ADVANCED POLYMER COMPOSITES CONSTRUCTION PURPOSES

Vitske R.E., Yahin A.A.

Scientific supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. Kondratyuk A.A.

Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: alexkon@tpu.ru

Получены композиционные материалы на основе полимера (СВМПЭ) имеющие в качестве наполнителя органические, неорганические и волокнистые материалы. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния на прочность и твердость типов наполнителей, и их различного процентного содержания. Получены численные значения прочности и твердости уданных композитов.

Composite materials based on a UHMWPE polymer with different reinforcement (organic, inorganic and fibrous materials) were manufactured. The results of experimental studies of the effect of filler type and its percentage on strength and hardness are presented. The numerical values of strength and hardness of composites were obtained.

Развитие науки и техники, появление новых технологий и потребностей общества обуславливают повышение таких показателей качества конструкционных материалов, как жесткость, прочность, износостойкость, теплостойкость, коррозионная и радиационная стойкость, снижение веса и технологичность. Традиционные материалы (металлы, сплавы и другие конструкционные материалы) этим повышенным и часто противоречивым требованиям не всегда могут удовлетворять. Поэтому создаются новые виды конструкционных материалов на основе фундаментальных и прикладных разработок.

Одним из широко распространённых видов новых материалов являются пластмассы. Пластмассы представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из полимера или смесей полимеров с введением различного рода добавок (наполнителей). Таким образом, полимер в этой системе является связующим (матрицей). В качестве добавок в пластмассах используются, дисперсные, волокнистые, слоистые и зернистые наполнители. При использовании длинноволокнистых и листовых армирующих наполнителей эту разновидность пластмасс называют полимерными композиционными материалами (ПКМ). Так как в общем виде мы можем объединить все наполнители в класс добавок, будем использовать эту аббревиатуру в данной работе.

Достаточно перспективным представляется использование в роли матрицы при создании ПКМ применяемых в качестве изделий конструкционного назначения аэрокосмическом материаловедении, сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ).

СВМПЭ это полиэтилен с молекулярной массой более $1 \cdot 10^6$ г/моль. Высокая молекулярная масса данного полимера определяет его уникальные физико-механические свойства, резко отличающие его от других марок полиэтилена. Особенностью СВМПЭ является способность сохранять механические свойства в очень широком интервале температур (от +140 до -200 °С), его устойчивость к воздействию радиации и вакуума, а так же износостойкость и низкий коэффициент трения [1].

Особо следует отметить, что например замена материала изделия из алюминиевого сплава на ПКМ с матрицей из СВМПЭ, позволяет снизить его вес в 3 раза, а в случае использования углепластиков в 2 раза [2,3]. Это особо актуально на этапе проектирования аэрокосмической техники [4].

В работе представлены данные о возможности применения в качестве наполнителей некоторых

органических и неорганических материалов, а так же влияние их количества на механические характеристики ПКМ (прочность и твердость).

Рассмотрим более подробно данную проблематику. Наиболее дешевым из дисперсных органических наполнителей является древесная мука, представляющая собой тонкоизмельченную и высушенную древесину волокнистой структуры. К сравнительно не дорогим и доступным можно отнести и стекловолокна – у нас они представлены в виде искусственного базальта полученного при использовании плазмотронной технологии. Применены так же наполнители BN – мелкодисперсный и Si – среднедисперсный.

На Рис.1 представлено принципиальная зависимость прочностей ПКМ от типа и содержания наполнителей. Так как на прочностные характеристики ПКМ влияет исходная дисперсность материала матрицы (в данном случаи СВМПЭ производства ООО «ТНХК» г. Томск) представлены результаты ситового анализа рис.2

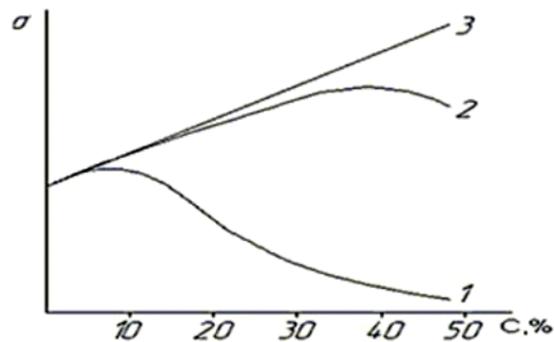


Рис. 1. Принципиальная зависимость прочности (σ) полимерного материала от содержания ($C, \%$) наполнителя: 1-дисперсного; 2- волокнистого рубленого; 3-армирующего (непрерывное волокно, тканый наполнитель)

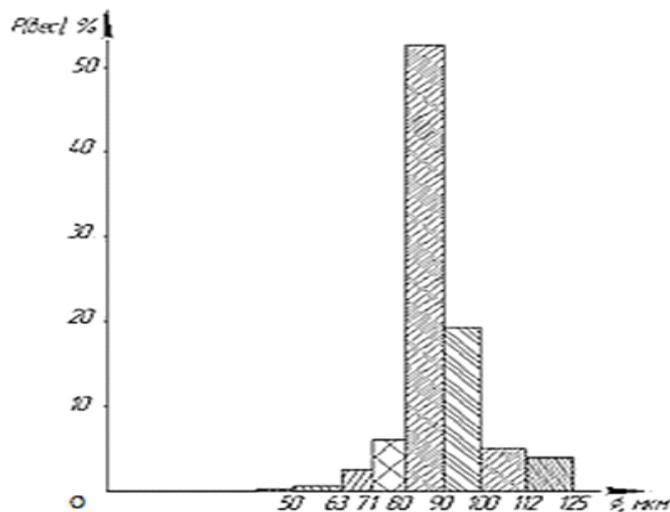


Рис. 2. Распределение частиц (весовое) в зависимости от дисперсности СВМПЭ

Модельные заготовки для исследований получали методом горячего компрессионного спекания [5].

Количественный диапазон вводимых наполнителей располагался в пределе от 3-13% весовых. Характерное изображение поверхности одного из ПКМ представлено на рис. 3.

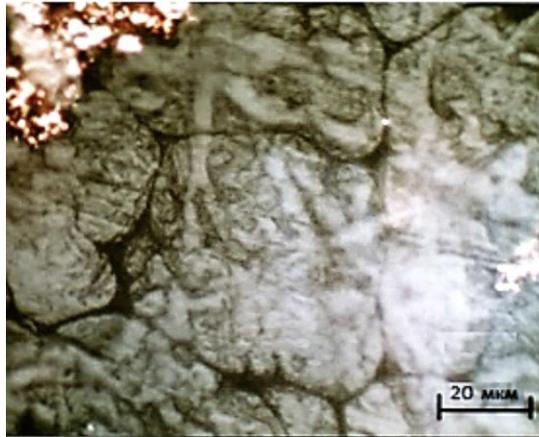


Рис. 3. Изображения поверхности композита с наполнителем в виде порошковой меди в количестве 7%

Исследование механических характеристик образцов изготовленных по ГОСТ 11262-80 было проведено на машине Instron 5582. Графическая интерпретация поведения образцов в вплоть до их разрушения приведена на рис. 4.

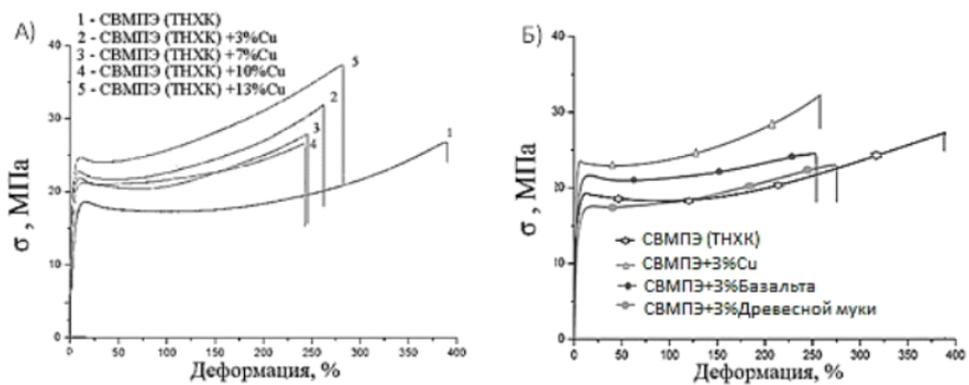


Рис.4. Зависимости напряжения разрушения от деформации для образцов с различными: А) процентным содержанием меди, Б) видом наполнителя

Твердость определялась с использованием твердомера ТКМ-359. Результаты измерений у образцов с различными типами наполнителей и процентным содержанием представлены на рис. 5.

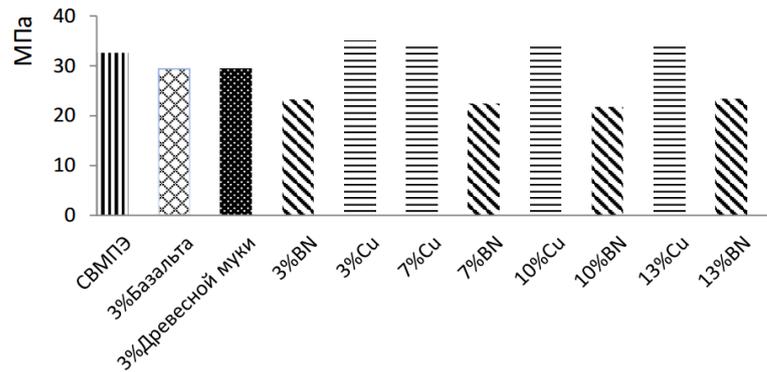


Рис. 5. Твердость по Бринеллю

По результатам анализа прочностных характеристик ПКМ (рис. 4,а) можно сделать вывод о том, что с возрастанием количества вводимого наполнителя увеличивается значения прочности, при одновременном снижении деформации разрушения по сравнению с эталонным образцов СВМПЭ изготовленным без введения наполнителей. Сравнивая аналогичные кривые полученные при исследования ПКМ содержащих по 3% наполнителей различного типа (рис.4.б) делаем вывод о том, что чем прочнее наполнитель, тем механические свойства композита выше (древесная мука – пластична, базальт – хрупок).

Рассматривая изменения значений твердости по типу вводимых наполнителей, очевидно, что введение среднedisперсной меди во всех случаях приводит к увеличению твердости образцов по сравнению с чистым СВМПЭ. Введение мелкодисперсного порошка BN привело к снижению твердости ПКМ по сравнению с не модифицированным СВМПЭ.

Применение в качестве наполнителя базальта и древесной муки понижают твердость полученных ПКМ по сравнению с чистым СВМПЭ, однако она выше, чем у образцов, имеющих в качестве наполнителя BN.

Приведенные экспериментальные данные могут быть использованы инженерно-техническими и научными работниками при создании новой аэрокосмической техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности / Под ред. И.Н. Андреевой, – Л.: Издательство Химия, 1982.–80 с.
2. Молчанов Б.И., Дугимов М.М., Свойства углепластиков и области их применения // Авиационная промышленность. – 1997. - №3. – С. 27-31.
3. Привалов А.А., Кондратюк А.А. О возможности использования композиций на основе СВМПЭ при изготовлении «тепловых труб» // Новые материалы. Создание, структура, свойства – 2012: Труды XII Всероссийской школы семинара, с международным участием. – Томск, 2012. – С. 208-210.
4. Деревянко В.А., Правильная температура – признак здоровья космических аппаратов // Наука в Сибири.- 2012. - №15. – С. 4.
5. Кондратюк А.А., Матренин С.В., Недосекова О.Ю. Исследование влияния количества наполнителя на механические характеристики композиционных полимеров // Известие ВУЗов, Физика. – 2014. – Т57. - №9/3. – С.98-102.